

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ SAR В СЛОЯХ МОДЕЛИ ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА В ПРИСУТСТВИИ СОТОВОГО ТЕЛЕФОНА

Сравнительная оценка поглощенной мощности ведется по величине удельного коэффициента поглощения (SAR), Вт/кг, который учитывает не только интенсивность электрического поля, но и характеристики материала слоев модели:

$$SAR = \frac{\sigma |E|^2}{2\rho},$$

где E – напряженность электрического поля,
 σ – проводимость вещества слоя модели,
 ρ – удельная плотность вещества слоя.

Напряженность электрического поля определяется в результате решения задачи электромагнитного возбуждения многослойной модели. Модель представляет собой семислойное сферическое образование. Каждый слой характеризуется радиусом a_i и электрофизическим параметром k_i (волновое число). Антенна расположена в точке $a_7 = a$.

Составляющие электрического поля в сферической системе координат записываются следующим образом:

$$E_\theta(a_p, a) = E_{\max} \cos(\varphi) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n+1}{n(n+1)} \langle \tau_n(\theta) \tilde{K}_n^E + \pi_n(\theta) \tilde{K}_n^H \rangle,$$

$$E_\varphi(a_p, a) = -E_{\max} \sin(\varphi) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n+1}{n(n+1)} \langle \tau_n(\theta) \tilde{K}_n^H + \pi_n(\theta) \tilde{K}_n^E \rangle,$$

где

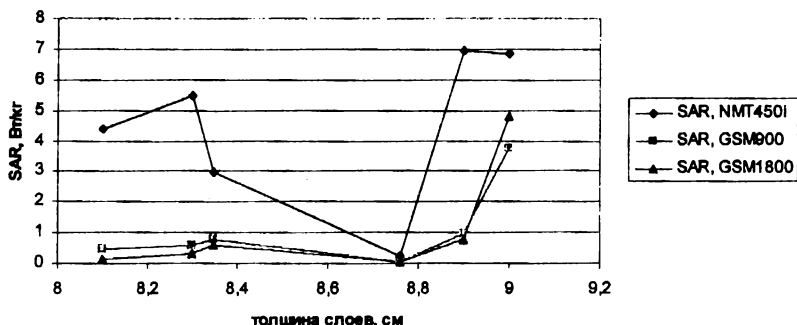
$$E_{\max} = i \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} \frac{I^3 k_0 l}{4\pi} \cdot \frac{1}{a}, \quad \tau_n(\theta) = \frac{\partial P_n^1(\cos(\theta))}{\partial \theta}, \quad \pi_n(\theta) = \frac{P_n^1(\cos(\theta))}{\sin(\theta)},$$

$$\tilde{K}_n^E = \frac{\left[\frac{i\tilde{Z}(a_p)}{Z_{0p}} \right] \left[\frac{h_n^{(2)'}(k_0 a)}{h_n^{(2)}(k_0 a)} \right] T_{p+1}^E}{k_0 a_p \sqrt{\varepsilon'(a_p)} i\tilde{Z}(a)}, \quad \tilde{K}_n^H = \frac{T_{p+1}^H}{k_0 a_p i\tilde{Y}(a)},$$

ε_p' – относительная диэлектрическая проницаемость слоя, ($k_p = k_0 \sqrt{\varepsilon_p'}$),
 $h_n^{(2)}(x), h_n^{(2)'}(x)$ – сферическая функция Ханкеля и ее производная в нормировке Шварцшильда.

$\vec{Z}(a) = \vec{Z}(a) \cdot \vec{Z}(a)$ и $\vec{Y}(a) = \vec{Y}(a) \cdot \vec{Y}(a)$ – направленные сопротивления и проводимости, T_{p+1}^E , T_{p+1}^H – коэффициенты трансформации.

На рисунке приведены графики, характеризующие распределение SAR по слоям описанной выше шестислойной модели головы человека для наиболее распространенных частотных диапазонов подвижных средств связи: 450 (NMT), 900 (GSM) и 1800 (GSM) МГц. При расчете значения углов θ и ϕ приняты равными 0.



Распределение SAR в слоях модели головы человека для частот, соответствующих наиболее популярным стандартам сотовой связи

Как видно из рисунка, для всех диапазонов частот наибольшее значение SAR наблюдается в области первого слоя структуры (кожный покров). Кроме того, с увеличением рабочей частоты можно отметить уменьшение уровня как SAR, так и напряженности электрического поля для внутренних слоев структуры.

Кроме того, были проведены расчеты SAR для отдельных слоев модели (особый интерес представляют два первых слоя модели: кожный покров и жировая прослойка) в широком диапазоне частот; расчеты SAR для диапазона углов θ и ϕ от 0° до 180° .

Подобные расчеты были проведены для всех слоев выбранной модели головы пользователя.

SAR является локальной характеристикой электромагнитного поглощения. Представляет интерес также электромагнитная мощность, поглощенная во всей структуре или в отдельных слоях, например, в кожном или костном покрове. Методику расчета поглощаемой мощности планируется изложить в последующих публикациях.